

*T. Roh et al. // Nucl. Instr. Methods in Phys. Res. – 2007. – Vol. A 579. – P. 23 – 26.* **11.** *Пашин С.Ф.* Влияние катионного замещения в твердых растворах  $\text{YBa}_{2-x}\text{Sr}_x\text{Cu}_3\text{O}_y$  на температуру сверхпроводимости / *С.Ф. Пашин, Е.В. Антипов, Л.М. Ковба* // Сверхпроводимость: физика, химия, техника. – 1990. – Т. 3, № 10. – С. 2386 – 2389. **12.** *Белоус А.Г.* Сложные оксиды металлов для сверхвысоко-частотных и высокопроницаемых диэлектриков / *А.Г. Белоус* // Теорет. и эксперим. химия. – 1998. – Т. 34, № 6. – С. 3 – 21. **13.** *Миттра Р.* Критический взгляд на метаматериалы / *Р. Миттра* // Радиотехника и электроника. – 2007. – Т. 52, № 9. – С. 1051 – 1058. **14.** *Стороженко Д.О.* Особливості хімічного змішування компонентів на підготовчих стадіях при синтезі оксидних РЗЕ-вмісних матеріалів / [Д.О. Стороженко, О.Г. Дрючко, І.О. Іваницька та ін.] // Вестник НТУ «ХПИ». – 2010. – № 65. – С. 94 – 100. **15.** *Дрючко О.Г.* Фізико-хімічні аспекти використання РЗЕ-вмісних нітратних систем при синтезі конструкційної і функціональної кераміки / [О.Г. Дрючко, Д.О. Стороженко, Н.В. Бунякіна та ін.] // Зб. наукових праць ВАТ «УкрНДІВ ім. А.С. Бережного». – Х.: Каравела, 2010. – № 110. – С. 58 – 63.

*Надійшла до редколегії 09.06.11*

УДК 541.183:622.33 + 622.693

**С.Д. БОРУК**, канд. хим. наук, доц. ЧНУ, Черновцы,  
**А.И. ЕГУРНОВ**, канд. техн. наук, президент, ООО «АНА-ТЕМС»,  
Днепропетровск

## ПОЛУЧЕНИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СУСПЕНЗИОННОГО УГОЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

Установлено, що введення до нафтових відходів рідких продуктів піролізу гуми дозволяє зменшити їх в'язкість і зменшити температуру спалаху, що дає можливість застосовувати такі суміші, як паливо або дисперсійне середовище для отримання суспензійного вугільного палива. Показано, що для отримання вугільних суспензій можна використовувати низькокалорійні енергоносії (відходи вуглезабагачення, буре вугілля).

Показано, что введение в нефтешламы жидких продуктов пиролиза резины позволяет уменьшить их вязкость и снизить температуры вспышки, что дает возможность их использования как топлива или дисперсионной среды для получения суспензионного угольного топлива. Установлено, что при получении угольных суспензий можно использовать низкокалорийные энергоносители (отходы углеобогащения, бурый уголь).

The introduction to the petroleum liquid products of pyrolysis of waste rubber to reduce its viscosity and increase the temperature flash that allows to use such as fuel mixture or dispersion medium for suspension of coal fuel. Shown that for a coal slurry can use low-calorie energy.

На энергетическом рынке ряда стран, в том числе и Украины, наметилась тенденция накопления низкокалорийных, некондиционных (по зольности, содержанию серы) твердых и псевдо жидких энергоносителей [1]. Их источником являются как малоэффективно работающие углеобогащательные и нефтеперерабатывающие предприятия, работа которых сопровождается образованием значительных количеств отходов с высоким содержанием топливной составляющей. Так же сырьевая база вторичных энергоресурсов постоянно увеличивается за счет накопления автомобильных шин, непригодных к дальнейшей эксплуатации и других полимерных отходов. Их хранение сопровождается негативным влиянием на окружающую среду, поскольку они практически не подвергаются биологической деградации и являются источником долговременного загрязнения. Одним из наиболее перспективных методов утилизации отработанных полимерных отходов, реализация которого позволяет получить продукты, которые можно использовать в дальнейшем в народном хозяйстве, является пиролиз [2]. Однако жидкие продукты пиролиза полимерных отходов характеризуется низкой температурой вспышки, что ограничивает возможности их непосредственного сжигания.

Рациональным решением проблемы применения данных энергоносителей является получение на их основе жидкого, усредненного по составу, суспензионного топлива. Получение и применение угольных суспензий, как показали проведенные исследования [3], позволяют повысить калорийность жидких топлив, кроме того сжигание твердых энергоносителей в виде суспензий позволяет значительно сократить выбросы основных загрязняющих веществ и парниковых газов.

В качестве объекта исследования нами были выбраны:

- нефтяной шлам НГДУ "Долина нафтогаз";
- нефтяные отложения (донные отложения емкостей, в которых хранится нефть до переработки);
- жидкие продукты пиролиза резины, фракции отгона 55 – 185 °С;
- буре вугілля марки «Б», Александрійського родовища;
- відходи вуглезбагачення вугілля марки «Т», центральної збагачувальної фабрики «Кондратьєвська».

Проведенное исследование физико-химических свойств нефтяных отложений и нефтешламов подтвердило невозможность и нецелесообразность их непосредственного использования в качестве топлива. Указанные образцы имеют большую вязкость, находясь в псевдо твердом состоянии, что затруд-

няет процессы их добычи. Кроме того указанные образцы при снижении температуры ниже 4 – 5 °С застывают и в случае их непосредственного подачи к горелке по трубам при низких температурах состоится застывания шламов и закупорка трубы. Непосредственное введение в нефтяные шламы дисперсного угля или других видов твердого топлива нецелесообразно и невозможно вследствие высокой вязкости. Получения однородной системы в данном случае усложняется, а проведение помола становится невозможным.

Для снижения вязкости были приготовлены смеси с различным соотношением нефтешламов и жидких продуктов пиролиза, характеристики которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики смесей нефтяные отходы – жидкие продукты пиролиза

№	Состав смеси	Вязкость, Па×с			Высота отслоен- ной жидкости, мм			Теплот- ворная спо- соб-ность, кДж/кг	Темпе- ратура вспышки, °С
		1 час	24 часа	72 часа	1 час	24 часа	72 часа		
Нефтяные отложения									
1	Продукты пиролиза	0,2	0,2	0,2	—	—	—	48800	75
2	Нефтяные от- ложения	—	—	—	—	—	—	28500	180
3	4 : 1	1,80	1,89	2,24	—	—	1	34350	135
4	3 : 1	1,30	1,45	1,75	1	2	4	36500	125
5	2,5 : 1	1,20	1,34	1,60	2	3	5	38600	115
6	2 : 1	1,10	1,25	1,50	3	6	8	52800	110
7	2,5 : 1 + 10% угля	1,50	1,60	1,74	1	2	2	43150	115
8	2,5 : 1 + 10% пирокарбона	1,55	1,73	1,84	1	1	2	35400	115
Нефтяные шламы									
1	Нефтяные шламы	—	—	—	—	—	—	27200	320
2	8,5 : 1,5	1,54	1,64	1,75	—	—	1	32500	190
3	4 : 1	1,46	1,62	1,7	—	1	2	34100	181
4	3 : 1	1,23	1,34	1,4	—	1	3	36250	168
5	7 : 3	1,11	1,21	1,36	1	3	4	38000	143
6	6,5 : 3,5	1,03	1,15	1,21	2	4	7	39450	128

Как видно из данных, лучшими эксплуатационными характеристиками

(теплотворная способность, температура вспышки) обладают системы полученные путем смешивания с продуктами пиролиза нефтяных отложений. Полученные системы имеют большую вязкость и седиментационную устойчивость по сравнению с системами на основе нефтешламов.

Относительно низкая температура вспышки позволила провести позволила получить топливо, пригодное, как показали проведенные на опытно-промышленной установке исследования, для непосредственного сжигания. Интересны экстремальные данные по теплотворной способности образцов при соотношении нефтяные отложения – жидкие продукты пиролиза = 2 : 1. Вероятно, при данном соотношении удастся достичь оптимального для процесса горения состава: органические вещества – вода – минеральная составляющая, при котором минеральные вещества способны проявлять каталитические свойства. То есть происходит микрогетерогенных катализ, что приводит к более полному выгоранию топливной составляющей (что подтверждается визуальными наблюдениями), а также частичного разложения воды, что приводит к повышению общей теплотворной способности образцов.

Однако, учитывая малое количество указанных вторичных энергоресурсов, перспектив широкого применения они не имеют.

Смеси, полученные на основе нефтяных шламов, характеризуются примерно такими же физико-химическими свойствами. Существенные различия наблюдаются в эксплуатационных характеристиках. Значительно выше температура вспышки, что создает дополнительные сложности при использовании указанных смесей как топлива. Без подсветки, как показали опытно-промышленные испытания, можно использовать смеси при соотношении компонентов 1 : 1. Но такие системы седиментационно не устойчивы и быстро происходит расслоение на легкие и тяжелые фракции. Рациональным путем их стабилизации и повышения теплотворной способности является введение в их состав дисперсного угля.

Таким образом, смешение нефтяных отходов и жидких продуктов пиролиза резины позволяет уменьшить вязкость и уменьшить температуру вспышки полученных систем. Физико-химические свойства полученных смесей позволяют применять их как топливо или дисперсионную среду для получения суспензионного угольного топлива. Для получения угольных суспензий можно использовать низкокалорийные энергоносители. Седиментационная устойчивость смесей нефтяные отходы – жидкие продукты пиролиза обратно пропорциональна вязкости таких систем.

Для повышения устойчивости к расслоению целесообразно вводить в состав смеси дисперсный уголь. Эксплуатационные характеристики смеси нефтяные отходы – жидкие продукты пиролиза, в первую очередь тепло-творная способность, выше, чем при сжигании компонентов отдельно, вероятно за счет реализации микрогетерогенного катализа процессов горения.

Нами были получены системы с концентрацией твердой фазы 61 – 66 масс. % для отходов углеобогащения угля марки «Т» и 29 – 32 масс. % для бурого угля на основе жидких продуктов пиролиза (табл. 2).

В указанном диапазоне концентраций наблюдается линейная зависимость вязкости от концентрации. Дальнейшее увеличение концентрации нежелательно, так как вязкость начинает возрастать по экспоненте. Преимуществом полученных систем является также их высокая седиментационная устойчивость.

Таблица 2

Физико-химические и эксплуатационные характеристики суспензий  
на основе жидких продуктов пиролиза резины

Образец	Эффектив- ная вяз- кость, Па·с	Седиментаци- онная устой- чивость, сутки	Степень выгора- ния топливной со- ставляющей, %	Теплообразую- щая способность (кДж/кг)
Жидкие продукты пиро- лиза резины	0,22	–	100	48800
Шламы угля марки «Т», ЦОФ Кондрать- евская	–	–	83,5	22250,8
Суспензия на основе шламов угля марки «Т», ЦОФ, $C_{\text{ТВ}} = 63\%$	1,23	30	99,5	34500
Бурый уголь,	–	–	86,5	35200
Суспензия на основе бурого угля, $C_{\text{ТВ}} = 30\%$	1,35	30	99,3	41200

Как видно из приведенных данных полученные системы физико-химические и эксплуатационные характеристики полученных систем позволяют использовать их как топливо.

Учитывая доступность и относительную дешевизну исходного сырья, такой вид топлива может успешно конкурировать с традиционными видами жидкого топлива.

**Список литературы:** 1. Основні положення енергетичної стратегії України на період до 2003 р.: ухв. Кабміном Укр. від 15.03.06. – Київ: Мінпаливенерго України, 2006. – 129 с. 2. Егурнов О.І. Шляхи підвищення теплотворної здатності твердого брикетованого палива / [О.І. Егурнов, В.М. Соколик, Б.В. Литвин и др.] // Збагачення корисних копалин. – 2010. – Вип. 43 (84). – С. 165 – 169. 3. Макаров А.С. Высококонцентрированные суспензии на основе отходов углеобогащения. Получение, реологические характеристики и энергетическая ценность / [А.С. Макаров, А.И. Егурнов, С.Д. Борук и др.] // Хімічна промисловість України. – 2007. – № 2 (79). – С. 56 – 60.

*Поступила в редакцию 24.06.11*

УДК 622.7.05

**П.А. БАКУМ**, аспирант, ГВУЗ «НГУ», Днепропетровск

## **ЭТАПЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ РУДОПОДГОТОВКИ ТИТАНОЦИРКОНИЕВЫХ ПЕСКОВ**

Розглянуто еволюцію технології знешламлення титаноцирконієвих пісків на Вільногірському державному гірничо-металургійному комбінаті. Описуються основні проблеми, що виникали при експлуатації схеми знешламлення, та шляхи їхнього вирішення. Дається бачення подальшого вдосконалення схеми, що дозволить зменшити втрати корисних компонентів.

Рассмотрена эволюция технологии обесшламливания титаноциркониевых пеков на Вольногорском государственном горно-металлургическом комбинате. Описываются основные проблемы, которые возникали при эксплуатации схемы обесшламливания и пути их решения. Дается видение дальнейшего совершенствования схемы, что позволит уменьшить потери полезных компонентов.

The evolution of titan-zirconium de-slime technology sands at Volnogorsky state mining-metallurgical plant is observed. The basic problems which appeared at maintenance of the de-slime scheme, and ways of their solution are described. Vision of the further improvement scheme that allows to reduce useful components losses is given.

Изменяющиеся с течением времени условия добычи рудных песков, их качественно-количественные показатели и увеличивающаяся дальность